



universitätsverlag
ilmenau

Vogt, Sebastian; Kiefner, Lorenz:

**Wir sind die Borg!? : ein Ausblick auf kollektive
Suchmaschinen der Zukunft**

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-2009100077-p038-9

URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:ilm1-2009100077-p038-9>

Erschienen in:

Individualisierte Nutzung der Medien : Tagungsband Medienforum Ilmenau 2008 ; Technische Universität Ilmenau, 20. - 21. Juni 2008. - Ilmenau : Univ.-Verl. Ilmenau, 2009. - S. 38-52.

ISBN: 978-3-939473-55-8 [Druckausgabe]

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-2009100077

URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:ilm1-2009100077>

Sebastian Vogt & Lorenz Kiefner

Wir sind die Borg!?

Ein Ausblick auf kollektive Suchmaschinen der Zukunft

1. Einleitung

Es ist absehbar, dass soziale Netzwerke („social networks“) zukünftig immer stärker für die Websuche („web search“) eingesetzt und genutzt werden. Man bezeichnet dies als „social search“. Der vorliegende Beitrag soll einen grundlegenden Überblick und eine Einführung in die Thematik „social search“ geben.

Anhand der drei Fragen

- Was ist „social search“?
- Wie findet man Menschen, die das thematische Interesse der gewählten Suchanfrage teilen?
- Wie bringt man Ordnung in „tags“?

werden ausgewählte Forschungsarbeiten, Ansätze und Ideen vorgestellt.

2. Was ist „social search“?

„Social search“ ist ein synthetisierter Begriff aus den Bestandteilen „social networks“ und „web search“, der auf Alan Mislove, Krishna P. Gummadi und Peter Druschel zurückzuführen ist (vgl. Mislove, Gummadi & Druschel 2006).

Das „World Wide Web“ ist – wenn man der Grundidee von Sir Tim Berners Lee folgt – eine Ansammlung von Informationen, die über das Hypertext-Protokoll (http) zugänglich sind und mit Hilfe von Links in Beziehung gesetzt werden (vgl. Vogt 2004: 450-453). Um in der Komplexität und Vielfalt des Web navigieren und die gewünschten Informationen selektieren zu können, werden Suchmaschinen eingesetzt, die das Web indizieren. Sie tun dies, indem sie u.a. die Hypertext-Struktur automatisch „scannen“ und die gefundenen Informationen, ihren Fundort (URL) sowie die Verweise auf den Fundort in Relation zueinander setzen (vgl. Vogt 2004: 456-458). Die Suche nach dem Begriff „Medienforum“ beim Suchmaschinen-Anbieter *Google* ergab am 16. Juni 2008 beispielsweise, dass 441.000 Webseiten mit dem gesuchten Begriff bei *Google* indiziert sind. Auf dem ersten Platz war das Medienforum NRW¹ und auf Platz elf das Medienforum in Ilmenau², zu dem die Autoren Informationen gesucht haben. Wie kann man das Ergebnis dieser Suchanfrage erklären? Von der Bedingung ausgehend, dass sich weder das Medienforum NRW noch das Medienforum in Ilmenau ihren Suchrang bei *Google* erkaufen haben, liegt die Begründung in der Relevanz der „page ranks“: Wie eine Analyse zeigt, verwiesen am 16. Juni 2008 322 Webseiten auf den Link des Medienforums NRW und lediglich fünf auf das Medienforum in Ilmenau³.

¹ <http://medienforum.nrw.de> [10.06.2008].

² <http://medienforum-ilmenau.de> [10.06.2008].

³ Die Anzahl der Verlinkungen wurde durch die Eingabe von „link:www.medienforum.nrw.de/“ und „link:www.medienforum-ilmenau.de/“ auf <http://google.de> am 16. Juni 2008 gemessen.

Damit scheint das Medienforum NRW nach der „Google-Logik“ eine höhere Relevanz bei der „web community“ zu haben als das Medienforum in Ilmenau. Nachdem das Internet Computer verband, das „World Wide Web“ Informationen verknüpfte, verbinden heute soziale Netzwerke („social networks“) Menschen online miteinander. Die Relevanz von Informationen wird in sozialen Netzwerken über Vertrauen hergestellt. Die Idee von Mislove, Gummadi und Druschel besteht darin, soziale Netzwerke zur Optimierung der Websuche einzusetzen. Dies bezeichnen sie als „social search“. Mit dem Projekt *PeerSpective* sollte prototypisch die Funktionsweise demonstriert werden.

2.1 PeerSpective

PeerSpective ist ein „social network-based web search“-Experiment von Mislove, Gummadi und Druschel (2006). Bei zehn Versuchspersonen aus dem Lehr- und Forschungsumfeld der Autoren wurde jeweils lokal ein „http proxy“⁴ installiert, auf dessen Basis ein Index aller besuchten URLs im Zeitraum von einem Monat erstellt wurde (siehe Abbildung 1 und vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 3).

⁴ lat. „proximus“ = der Nächste; Ein „http proxy“ kann Daten des Kommunikationsprotokolls „http“ analysieren, Anfragen filtern und anpassen sowie entscheiden, ob und wie die Antworten die anfragenden Clients erreichen.

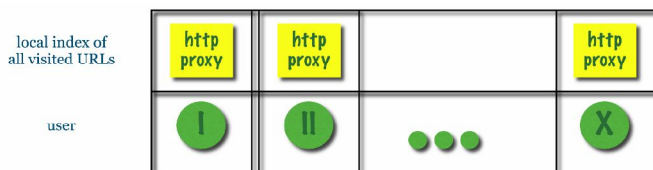


Abbildung 1: Experimentieraufbau *PeerSpective* 1/2, nach Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 3;
Quelle: Eigene Darstellung.

Bei einer Suchanfrage leitet der „proxy“ die Informationen an die Suchmaschine von *Google* weiter. Parallel dazu werden die lokalen „proxies“ des sozialen Netzwerks angefragt und mit der *PeerSpective*-Suchmaschine ausgewertet (siehe Abbildung 2 und vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 3).

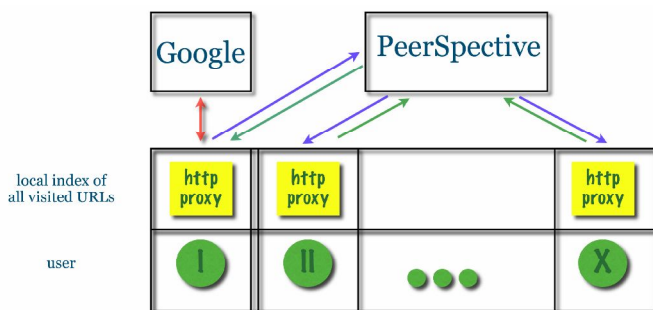


Abbildung 2: Experimentieraufbau *PeerSpective* 2/2, nach Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 3;
Quelle: Eigene Darstellung.

Die Ergebnisse von *Google* und *PeerSpective* werden in einem „split screen“ dem Nutzer angezeigt (siehe Abbildung 3). Auf der linken Seite ist das Suchergebnis von *Google* und auf der rechten Seite das Suchergebnis von *PeerSpective* zu sehen (siehe Abbildung 3). Wie das Beispiel in Abbildung 3 zeigt, verbindet die *PeerSpective*-Suchgruppe mit dem Begriff „peter“ die Webseite des Informatik-

professors Peter Druschel und nicht die Webseite des britischen Musikers Peter Gabriel, der nach dem „*Google* ranking” auf dem ersten Platz der Suchergebnisse steht.

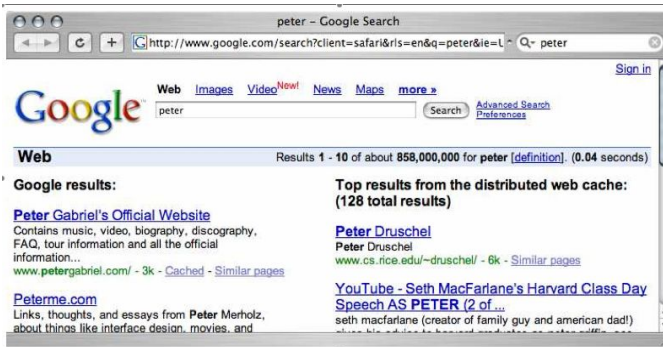


Abbildung 3: Ergebnisse der Suchanfrage „peter” (links *Google*, rechts *PeerSpective*);
Quelle: Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 3.

Das *PeerSpective*-Experiment zeigt, dass der *Google*-Index mit seinen schätzungsweise über 8 Milliarden gespeicherten URLs nur 62,5 % der Suchanfragen abdecken konnte (vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 4). Eine Abdeckung von 30,4 % lieferte *PeerSpective* mit einem im Vergleich zu *Google* wesentlich kleineren Index von rund 52.000 URLs (vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 4). 13,3 % der angesehenen URLs waren im *PeerSpective*- aber nicht im *Google*-Index verfügbar (vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 4). Es gibt zwei Gründe für diese Messergebnisse: Zum einen waren viele Informationen

zu neu, um im *Google*-Index aufgeführt zu sein (vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 3); zum anderen können „klassische“ Suchmaschinen wie *Google* bisher nur eingeschränkt das „deep & dark web“⁵ nach Informationen durchsuchen und analysieren (vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 3-4 und Bergmann 2001).

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass durch den Einsatz und das Auswerten von lokalen „http proxies“ und den daraus erstellten *PeerSpective*-Index die Effizienz der Suche mit *Google* durch einfachste Mittel um mehr als 10 % gesteigert werden konnte (vgl. Mislove, Gummadi, Druschel 2006: 4). Der ergänzende Mehrwert von „social search“ im Vergleich zur „web search“ besteht dabei nach Mislove, Gummadi, Druschel (2006: 4-5) in:

- der Disambiguität („disambiguation“): Menschen in sozialen Netzwerken haben den Vorteil, dass sie Definitionen und Interpretationen von Begriffen teilen (siehe „peter“-Beispiel).

⁵ Als „deep web“ bezeichnet man Web-Dokumente, die nicht in Suchmaschinen gelistet oder verlinkt sind. Obwohl das „deep web“ technisch zugänglich ist, erreicht man die Inhalte nur über direkte Ansprache (Adressierung) der Seite.

Das „dark web“ ist ein Teil des „dark net“ und bezeichnet u.a. Webseiten und Foren, die nur von geschlossenen Nutzergruppen ohne öffentliche Sichtbarkeit verwendet werden. Beispiel hierfür sind Warez-Seiten oder Webforen für nicht-öffentliche bzw. konspirative Aktivitäten.

Als „dark net“ bezeichnet man Overlay-Infrastrukturen auf der öffentlichen Internet-Infrastruktur, bei der Netzknoten zu bestimmten, nicht öffentlichen Zwecken gekoppelt werden.

Dazu gehören u.a. File-Sharing-Netze und die Bot-Netzstrukturen für das Versenden von Spam oder das Durchführen von DDoS-Angriffen etc..

- der Rangliste („ranking“): Menschen in sozialen Netzwerken bewerten die Suchergebnisse anders als Suchmaschinen.
- dem glücklichen Zufall („serendipity“): Menschen entdecken durch „Klickunfälle“ interessante Informationen und können diese in ihr soziales Netzwerk „einspeisen“.

3. Wie findet man Menschen, die das thematische Interesse der gewählten Suchanfrage teilen?

Die gemeinsame Suche – u.a. im Freundes-, Verwandten-, Bekannten- und Kollegenkreis – nach Informationen im Web scheint zu funktionieren, wie das *PeerSpective*-Projekt im vorangegangenen Abschnitt gezeigt hat. Offen bleibt jedoch die Frage, wie man Menschen findet, die das thematische Interesse der gewählten Suchanfrage teilen, obwohl sie weder in der „realen“ noch in der „online“-Welt einem gemeinsamen sozialen Netzwerk angehören. Weiterhin ist fraglich, ob Suchverfahren, die auf thematischen Interessen aufbauen, tatsächlich besser sind als Verfahren, die ausschließlich auf dem sozialen Umfeld basieren und wie diese in der Praxis funktionieren.

Wenn man der Methode und den Ergebnissen des „Small-World-Problem“-Experiments von Stanley Milgram (1967) vertraut, kann durchschnittlich jeder US-Bürger über fünf vermittelnde Personen jeden Menschen in den USA erreichen, ohne dass sich die Personen am Anfang und am Ende der „Kommunikationskette“ persönlich kennen und der „Kommunikationspfad“ bekannt ist. Man kann dieses Phänomen am besten mit Freundeskreisen beschreiben („friend-of-a-friend“), auch wenn dies Milgram in seiner Studie nicht tut: Eine Person A gehört neben den Personen B und C einem Freundeskreis I an. Die Person C ist gleichzeitig mit Personen im Freundeskreis II befreundet

und somit im übertragenen Sinne ein „Intermediär“ zwischen Freundeskreis I und II. Im Freundeskreis II gibt es wiederum eine Person D, die „Intermediär“ zum Freundeskreis III ist. Dieses Prinzip setzt sich fort, bis im Mittel sechs verschiedene Freundeskreise über fünf „Intermediäre“ durchlaufen sind und die Botschaft von Person A am Anfang die Person Z am Ziel erreicht: „[...] we learned that chains varied from two to 10 intermediate acquaintances, with the medium at five [...]“, stellt Milgram (1967: 65) fest. Im Jahr 2008 bestätigen Leskovec und Horvitz in ihrer Studie „Planetary-Scale Views in a Large Instant-Messaging Network“ die Ergebnisse von Milgram⁶.

Wie kann man innerhalb von Netzwerken Personen mit Themen verbinden? Eine Möglichkeit sind „recommender systems“, welche automatisch Empfehlungen (Output) auf Basis von vorhandenen Informationen (Input) erzeugen. Man unterscheidet personalisierte sowie nicht personalisierte Systeme. Die personalisierten Systeme lassen sich wiederum in regelbasierte⁷, inhaltsbasierte („content-based filtering“)⁸, empfehlungsbasierte („collaborative filtering“)⁹

⁶ Leskovec und Horvitz untersuchten 30 Milliarden Konversationen im „Microsoft Messenger instant-messaging (IM) network“, die im Juni 2006 von 260 Millionen Menschen geführt wurden. Aufgrund der nicht vorliegenden Datensätze und Auswertungstools sind, wie bei Milgram, die Ergebnisse nicht intersubjektiv nachvollziehbar und basieren lediglich auf dem Vertrauen in die genannten Quellen.

⁷ Empfehlungen sind in festen Wenn-Dann-Regeln kodiert. Die Suche nach Informationen zum Begriff „Medienforum“ führt immer zum Medienforum der TU Ilmenau.

⁸ Empfehlungen basieren auf „item-to-item“-Korrelationen (Suche nach ähnlichen Objekten). Die Suche nach Informationen zum Medienforum Ilmenau führt auch zu Informationen des Medienforums NRW.

und wissensbasierte („knowledge-based filtering”)¹⁰ unterscheiden. Für die kollektiven Suchmaschinen ist das „collaborative filtering” von großer Bedeutung, dessen populärster Einsatz in der Praxis das Empfehlungssystem des Online-Händlers *Amazon*¹¹ ist. Mitentwickelt wurde das System von John Riedl und Joseph Konstan in den frühen 1990er Jahren (vgl. Riedl, Konstan und Vrooman 2002).

Eine zweite Möglichkeit, wie man Personen von Netzwerken mit Themen verbindet, ist das „task routing”, welches Cosley, Frankowski, Teerveen und Riedl mit dem Aufsatz „SuggestBot: Using Intelligent Task Routing to Help People Find Work in Wikipedia“ im Jahr 2007 der Öffentlichkeit vorstellten. „SuggestBot“ analysiert, welche Artikel von welchem *Wikipedia*-Nutzer bearbeitet wurden und verknüpft dies mit zusammenhängenden und als verbesserungswürdig gekennzeichneten Artikeln. Die Artikel werden durch „SuggestBot“ den Autoren direkt zum Überarbeiten vorgeschlagen. „SuggestBot“ senkt im Einsatz bei *Wikipedia* nach Cosley, Frankowski,

⁹ Empfehlungen basieren auf „user-to-user“-Korrelationen (Suche nach ähnlichen Nutzern). Nutzer, die Informationen über das Medienforum der TU Ilmenau gesucht haben, haben auch Informationen zum Medienforum an der FH Mittweida recherchiert.

¹⁰ Ausgehend von einem Beispiel wird der Suchwunsch des Nutzers mittels Bewertungen konkretisiert.

¹¹ „Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch: ...“, <http://www.amazon.de> [10.06.2008].

Teerveen und Riedl die Kosten (2007: 1) und führt zu einer höheren Partizipation der Nutzer bei der aktiven Erstellung von Inhalten (2007: 1)¹². Was bei *Wikipedia* Erfolg hat, kann auf weitere Webdienste übertragen werden, bei denen die kollektive Intelligenz der Nutzer zum Generieren von Inhalten effizient genutzt werden soll. Auch ist der „SuggestBot“-Ansatz für das kollektive und effiziente Aufgabenmanagement in größeren Organisationen denkbar. Hier orientiert man sich bisher an Rangordnungen und Hierarchien anstatt an Kompetenzen und ist häufig mit dem Output nicht zufrieden.

4. Wie bringt man Ordnung in „tags“?

„Tags“ sind Wegweiser, welche die Navigation in Netzwerken erleichtern. Sie sind zugleich aber auch Etiketten, die das Auffinden von Objekten durch Metadaten im Internet erleichtern oder sogar erst ermöglichen. Leider gibt es im globalen Medium Internet mit den „tags“ ein Problem: Es herrscht ein babylonisches Sprachgewirr. Ein und dasselbe Objekt kann im Internet mit verschiedenen Eigenschaftswörtern durch unterschiedliche Interessengruppen versehen werden. Aber auch ein identisches Eigenschaftswort kann je nach Interessengruppe unterschiedliche Bedeutungen haben. Natürlich hat jede Interessengruppe im Internet unterschiedliche Methoden des „taggings“

¹² Durch den Einsatz des „intelligent task routing“ von „SuggestBot“ stieg bei *Wikipedia* die Anzahl der vorgeschlagenen und anschließend bearbeiteten Artikel um das Vierfache im Vergleich zum vorher praktizierten „Zufallsvorschlagverfahren“ (vgl. Cosley, Frankowski, Teerveen und Riedl 2007: 1).

entwickelt, sei es auch nur aus Gründen der Identitätsbildung auf Basis von Abgrenzung. Man ist verleitet zu sagen, dass sich das Internet in Bezug auf „tags“ gewollt oder ungewollt sehr wenig vom „real life“ unterscheidet. Auch in der realen Welt kann etwa ein Straßenzug durch offizielle „tags“, wie Straßen- und Verkehrsschilder einer Verwaltungsautorität, durch Graffitis konkurrierender Gruppen oder durch Duftmarken unserer tierischen Mitbewohner mehrfach eindeutig und – je nach Interessengruppe – abgegrenzt markiert und interpretiert werden.

Viele „tagging“-Systeme von Webdiensten bieten den Nutzern eine Auswahl an Etiketten, die andere bereits für die gleichen oder für ähnliche Gegenstände vergeben haben. Ein Effekt, der dabei eintritt, ist, dass einmal ausgewählte unpassende „tags“ immer populärer werden, weil sie in den Vorschlagslisten stets ganz oben stehen und deshalb von den Nutzern immer wieder verwendet werden. Dies ist ein sich selbst verstärkender Mechanismus. Vojnovic, Gunawardena, Cruise und Marbach (2007) haben das Problem erkannt und versuchen mit dem *Microsoft Research Project* „Tag Booster“ effizientere Algorithmen und Applikationen für das „social tagging“ von Informationen zu schaffen. Von Ahn, Liu und Blum (2006) hingegen nutzen den Spieltrieb, um die Eineindeutigkeit von „tags“ in Bildern mit dem web-basierten Spiel „ESP Game“ herzustellen und dabei die Nutzer zum „tagging“ zu motivieren¹³. Das Konzept des „ESP Game“ ist einfach und effizient: Zwei

¹³ <http://www.gwap.com/gwap/gamesPreview/espgame/> [10.06.2008].

Spieler sehen ein und dasselbe Bild. Sie müssen durch die Eingabe von „tags“ erraten, welchen Begriff der Mitspieler eingeben hat. Bei einem erfolgreichen „matching“ werden weitere Bilder im Spielverlauf angezeigt. Das „ESP Game“ wird beim „*Google Image Labeler*“¹⁴ für die effiziente und vor allem fast kostenlose – in Bezug auf die Arbeitskraft – Verschlagwortung von Bildinhalten durch die kollektive Intelligenz der Nutzer genutzt. Mit den Spielen „Tag a Tune“¹⁵, „Verbosity“¹⁶, „Squigl“¹⁷ und „Matchin“¹⁸ gibt es weitere spielerische „tagging“-Systeme.

5. Fazit und Ausblick

Die Zukunft von Suchmaschinen wird eine effizientere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine sein. Der Mensch wird in diese Partnerschaft seine kollektive Intelligenz einbringen. Maschinen werden ihren Beitrag im Bereich der IT-Technologie leisten – sei es durch die Anwendung der von Menschen geschaffenen Algorithmen, Strukturen und Systeme oder auch im Rahmen ihrer Fähigkeit, große Datenmengen zu sammeln, zu analysieren und auszugeben. Darüber hinaus wird die Menschheit nicht bei der Suche von

¹⁴ <http://images.google.com/imagelabeler/> [10.06.2008].

¹⁵ <http://www.gwap.com/gwap/gamesPreview/tagatune/> [10.06.2008].

¹⁶ <http://www.gwap.com/gwap/gamesPreview/verbosity/> [10.06.2008].

¹⁷ <http://www.gwap.com/gwap/gamesPreview/squigl/> [10.06.2008].

¹⁸ <http://www.gwap.com/gwap/gamesPreview/matchin/> [10.06.2008].

Informationen im Web durch *Google* assimiliert und gleichgeschaltet werden¹⁹. Es ergeben sich immer mehr Alternativen zu *Google*, die beispielsweise aufgrund von sozialen Netzwerken effizientere Suchergebnisse liefern können. Die Frage bleibt natürlich, inwieweit sich die gezeigten Konzepte in die gesellschaftlichen Vorstellungen und in die vorherrschenden Rahmenbedingungen integrieren lassen. Gerade in Bezug auf den Datenschutz und den Schutz der Privatsphäre müssen sich die vorgestellten Konzepte nicht nur auf nationaler Ebene einer Einordnung in den vorhandenen rechtlichen Rahmen stellen. Gelingt es den Anbietern von kollektiven Suchmaschinen, diese Diskrepanz zu entschärfen, steht einer neuen Qualität des *individuellen* Erforschens der „Weiten“ des Internets oder des informationssuchenden Flanierens auf dem lokalen „Web-Basar“ nichts mehr im Wege.

¹⁹ Im fiktionalen „Star Trek“-Universum existiert die Borg-Gesellschaft, deren Struktur an ein Insektenvolk erinnert: Eine Königin steht den Borg vor. Durch rücksichtslose Expansion werden andere Völker, deren Kultur und Technik assimiliert. Aus Vielfalt wird bei den Borg Einheit, insbesondere in Bezug auf die kollektive Intelligenz. Die Integration von sozialen Netzwerken in die Suche von Informationen im Web ließ die Autoren am Anfang vermuten, dass eine verstärkte „Borgisierung“ bei den Suchmaschinen in der Zukunft eintreten könnte. Jedoch zeigten die Recherchen und vor allem die Reflexion des Themas, dass sich die im Web suchende Menschheit eher auf dem Weg heraus aus der Borg-Gesellschaft (die man aufgrund ihrer kollektiv genutzten Intelligenz auch als Google-Gesellschaft bezeichnen kann) befindet. Aus diesen Gedanken leitet sich der Titel dieses Beitrages „Wir sind die Borg!? – Ein Ausblick auf kollektive Suchmaschinen der Zukunft“ ab.

Literaturverzeichnis

- Ahn, Luis von; Liu, Ruoran; Blum, Manuel (2006): Peekaboom: A Game for Locating Objects in Images. Online im Internet: <http://www.cs.cmu.edu/~biglou/Peekaboom.pdf> [10.06.2008].
- Bergmann, Michael K. (2001): The Deep Web. Surfacing Hidden Value. Online im Internet: <http://hdl.handle.net/2027/spo.3336451.0007.104> [10.06.2008].
- Cosley, Dan; Frankowski, Dan; Terveen, Loren; Riedl, John (2007): SuggestBot. Using Intelligent Task Routing to Help People Find Work in Wikipedia. Online im Internet: <http://www-users.cs.umn.edu/~cosley/research/papers/suggestbot-iii07.ps> [10.06.2008].
- Leskovec, Jure; Horvitz, Eric (2008): Planetary-Scale Views on a Large Instant-Messaging Network. Online im Internet: http://research.microsoft.com/~horvitz/leskovec_horvitz_www2008.pdf [04.08.2008].
- Milgram, Stanley (1967): The Small-World Problem. In: Psychology Today (1967, 1): 61-67.
- Mislove, Alan; Gummadi, Krisna P.; Peter Druschel (2006): Exploiting Social Networks for Internet Search. Online im Internet: <http://www.mpi-sws.mpg.de/~amislove/publications/PeerSpective-HotNets.pdf> [10.06.2008].
- Riedl, John; Konstan, Joseph A., Vrooman, Eric (2002): Word of Mouse. The Marking Power of Collaborative Filtering. New York.

- Vogt, Sebastian (2004): Das Internet – Technologien, Medienprodukte und Konvergenzen im Überblick. In: Krömker, Heidi; Klimsa, Paul (Hrsg.): Handbuch Medienproduktion. Produktion von Film, Fernsehen, Hörfunk, Print, Internet, Mobilfunk und Musik. Wiesbaden: 437-466.
- Vojnovic, Milan; Gunawardena, Dinan; Cruise, James; Marbach, Peter (2007): Ranking and Suggesting Popular Items. Online im Internet: <http://research.microsoft.com/~milanv/popularity.pdf> [10.06.2008].